

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-006927

(43)Date of publication of application : 12.01.1999

(51)Int.CI.

G02B 6/10

G02B 6/16

(21)Application number : 09-160338

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO
LTD:THE

(22)Date of filing :

18.06.1997

(72)Inventor : KAMIYA TAMOTSU
SUGIZAKI RYUICHI
AKASAKA YOICHI

(54) OPTICAL FIBER TYPE DISPERSION CORRECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow a dispersion correcting optical fiber to cope with a long distance, high speed, wide-band optical transmission, etc., and also to provide it at a low price by winding it on a reel, etc., as a short length optical fiber and constituting a necessary length by connecting necessary pieces in series.

SOLUTION: This dispersion correction purpose optical fiber is inserted in an optical fiber line so that dispersion becomes zero in a $1.3 \mu m$ band and a total of dispersions in a $1.55 \mu m$ band becomes approximately zero by connecting the optical fiber with a single mode optical fiber having positive dispersions in a $1.55 \mu m$ band. Here, the insertion is constituted by directly connecting in series a plurality of dispersion correcting optical fibers having negative dispersion values. Further, a plurality of dispersion correcting optical fibers having negative dispersion values are connected by fusion splicing. Moreover, a dispersion correcting unit is constituted by connecting a plurality of dispersion correcting optical fibers which are wound on separate reels

and have negative dispersion values. Since a length of optical fiber wound on a reel, etc., is short, returning work on the reel flanges is reduced. Connection is performed by fusion splicing with little connection loss, therefore, that prevents FOM value (quotient of dispersion value to loss value) from being decreased.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.07.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.⁶
G 0 2 B 6/10
6/16

識別記号

F I
G 0 2 B 6/10
6/16

C

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平9-160338

(22)出願日 平成9年(1997)6月18日

(71)出願人 000005290
古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 神谷 保
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72)発明者 杉崎 隆一
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72)発明者 赤坂 洋一
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(54)【発明の名称】光ファイバ型分散補償器

(57)【要約】

【課題】 本発明は1. 3 μ m帯で分散が零の单一モード光ファイバの1. 5 5 μ mでの分散を補償する光ファイバ型分散補償器を提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明は、1. 3 μ m帯で分散が零になり、1. 5 5 μ m帯において正の分散を保有する单一モード光ファイバに接続して1. 5 5 μ m帯における分散の総和がほぼ零となるように光ファイバ線路に挿入される分散補償器において、該分散補償器は分散値が負の複数の分散補償用光ファイバを直接直列に接続して構成したことを特徴とする光ファイバ型分散補償器である。本発明の光ファイバ型分散補償器は特性的には従来の分散補償器と遜色なく、歩留りよく製造できるので安価に提供しうる効果がある。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 1. 3 μ m帯で分散が零になり、1. 5 5 μ m帯において正の分散を保有する単一モード光ファイバに接続して1. 5 5 μ m帯における分散の総和がほぼ零となるように光ファイバ線路に挿入される分散補償器において、該分散補償器は分散値が負の複数の分散補償用光ファイバを直列に接続して構成したことを特徴とする光ファイバ型分散補償器。

【請求項2】 分散値が負の複数の分散補償用光ファイバは融着接続されていることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ型分散補償器。

【請求項3】 分散補償器は別々のリールに巻いた分散値が負の分散補償用光ファイバを複数接続して構成したことを特徴とする請求項1または2に記載の光ファイバ型分散補償器

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、1. 3 μ m帯で分散が零の単一モード光ファイバの1. 5 5 μ m帯での分散を補償する光ファイバ型分散補償器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 長距離光伝送システムの高速化、広帯域化に当たっては光ファイバの損失特性と分散特性の2つが大きな障害となる。これらの障害のうち、分散特性については、モード分散を除去した単一モード型光ファイバが開発され、採用されている。この単一モード型光ファイバとしては、コアをゲルマニウムを添加した石英ガラスで構成し、クラッドを石英ガラス、もしくはフッ素を添加した石英ガラスで構成したステップ型屈折率を持つ石英系光ファイバが一般的であり、この光ファイバは1. 3 μ m帯で分散値が零となる。しかしながら、この単一モード型光ファイバを伝送路として用いて光信号を伝送する場合に、伝送損失が最も小さくなるのは波長1. 5 5 μ m近辺である。

【0003】 一方、コアにエルビウム(Er)を添加した光ファイバを用いた光増幅器が開発され、波長1. 5 5 μ m付近の光信号の增幅が極めて容易になり、システムの容量増加が経済的に実現できるようになってきている。したがって、1. 5 5 μ m帯で光信号を伝送することが可能となり、この1. 5 5 μ m帯での光信号の伝送により伝送損失の問題は解決される。しかしながら、前述したように従来の伝送路として用いている単一モード型光ファイバでは1. 3 μ m帯で分散が零となり1. 5 5 μ m帯では分散が発生する。1. 5 5 μ m帯における分散特性を改善すれば長距離、高速、広帯域な伝送が可能となるため、分散特性の改善が種々なされている。分散特性は加成性が成立する。したがって、伝送路用の単一モード型光ファイバと逆の符号の分散を有する分散補償用光ファイバを単一モード型光ファイバに接続するこ

とにより分散特性を改善することができ、かかる方法は簡便で信頼性が高く、注目されている。しかもこの分散補償方法は、分散を補償する分散補償用光ファイバを製造する技術は単一モード型光ファイバを製造する技術を応用できることから実用性が極めて高い方法であるといえる。

【0004】 分散補償用光ファイバは一つの部品、すなわち光ファイバ型分散補償器として取り扱われる。したがって、分散補償用光ファイバとしては挿入する伝送路

10 に伝送損失等の特性劣化を起こさず、かつ、中継器に収納して使用するために場所を取らないよう可能な限り小型化(短尺化)にすることが要求され、これらの条件を満足するためには、分散の絶対値が大きいことが望まれる。単一モード型光ファイバの分散は材料分散と構造分散の和になるが、材料分散は正の値で屈折率構造への依存性が小さい。そこで、分散補償用光ファイバ(分散補償用光ファイバも単一モード光ファイバの一種である)としては構造分散が負に大きくなるような屈折率分布を選ぶことで所望の分散特性を有する分散補償用光ファイバを得ることができる。このような屈折率分布を有する分散補償用光ファイバとしては、例えば特開平6-11620号公報に一つの例が記載されているように、幾つかの屈折率分布構造が提案されている。光ファイバ型分散補償器としては、このような分散補償用光ファイバを小径にコイル状に、または小型のリールなどに巻いて保持用の筐体に収納し、分散補償用光ファイバの両端に単一モード型光ファイバと低損失で接続するピッグテール光ファイバを取り付けてモジュール化している。

【0005】

30 【発明が解決しようとする課題】 分散補償用光ファイバの分散は屈折率分布を適切に選択することにより1. 5 5 μ m帯で負の絶対値を大きくすることができ、幾つかの構造では-50~-200 ps/nm/km程度のものが実現している。単一モード型光ファイバの分散は約17 ps/nm/kmであることから、40~120 kmの中継間隔で分散を補償するためには、総分散量は680~2000 ps/nmとなり、これに対応する分散補償用光ファイバの長さは数km~10数km程度もの長さが必要になる。このため、光ファイバ型分散補償器としては数km~10数km程度の長さの分散補償用光ファイバをコイル状に、または小型のリールに特性変動なく巻いてモジュール化する必要がある。この巻回作業、特にリールへの巻回作業は鍔のところでの折り返しが難しく、この折り返しの部分で巻き姿が乱れるために機械化が困難であり、この折り返し部分が光ファイバ長が長尺になればなるほど増加するため巻回作業には高度の熟練を要し、もしも作業中に巻き姿が乱れる等して変動が生じると全体が不良となるため、歩留が低下し、製造コストが高くなる、という課題がある。この

40 分散補償器としては数km~10数km程度の長さの分散補償用光ファイバをコイル状に、または小型のリールに特性変動なく巻いてモジュール化する必要がある。この巻回作業、特にリールへの巻回作業は鍔のところでの折り返しが難しく、この折り返しの部分で巻き姿が乱れるために機械化が困難であり、この折り返し部分が光ファイバ長が長尺になればなるほど増加するため巻回作業には高度の熟練を要し、もしも作業中に巻き姿が乱れる等して変動が生じると全体が不良となるため、歩留が低下し、製造コストが高くなる、という課題がある。このような課題は、分散補償用光ファイバを短尺に分割して

リールに巻くことで、一つのリールに巻く作業における折り返し箇所の減少を図り、巻回作業を容易にすることも考えられるが、分割にすることでリール相互の分散補償用光ファイバ間の接続が必要となり、その接続に接続用のコードが使われるために複数の接続箇所から生じる接続損が足されるために分散補償器の特性を評価する閾数、FOM値 (Figure of Merit、分散値を損失値で割った値) が低下する欠点があった。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、モジュール化しFOM値が低下することのない光ファイバ型分散補償器を安価に提供するもので、請求項1の発明は、1.3 μm 帯で分散が零になり、1.55 μm 帯において正の分散を保有する单一モード光ファイバに接続して1.55 μm 帯における分散の総和がほぼ零となるように光ファイバ線路に挿入される分散補償器において、該分散補償器は分散値が負の複数の分散補償用光ファイバを直接直列に接続して構成したことを特徴とする光ファイバ型分散補償器である。請求項2の発明は、前記分散値が負の複数の分散補償用光ファイバが融着接続されている光ファイバ型分散補償器である。請求項3の発明は、分散補償器が別々のリールに巻いた分散値が負の分散補償用光ファイバを複数接続して構成されている光ファイバ型分散補償器である。

【0007】本発明においては、分散補償用光ファイバを短尺としてリール等に巻き、これらを必要個数直列に接続して構成したものである。したがって、一つのリール等に巻く光ファイバの長さが短いためにリールの鍔の所での折り返し作業が減少するので巻回作業が容易となり、これらの接続を接続用のコードを使用せずに直接接続するので接続損失の増加は少なく、特に接続を接続損失の少ない融着接続で行なうことでFOM値の低下を防げる。

【0008】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施態様を説明する。

【実施例】本発明の一実施例として、総分散量が1300 ps/nmのモジュールの作成につき説明する。クラッドがSiO₂、コアがSiO₂/GeO₂からなるマッチドクラッド型プロファイルの光ファイバを作成した。得られた光ファイバは外径が125 μm 、被覆外径が250 μm であり、カットオフ波長が0.78 μm 、分散が-90 ps/nm/km、損失が0.4 dB/km、FOM値が225 ps/nm/dBであった。この分散補償用光ファイバを用いて单一モード型光ファイバ伝送路のルート長が80 kmの伝送路を補償するためには総分散量が1300 ps/nmのモジュールが必要となる。分散量が1300 ps/nmのモジュールを作成するのに必要な上記分散補償用光ファイバの長さは14.5 kmである。そこで、14.5 kmを7 kmと

7.5 kmの2本の光ファイバとして用意し、これらの光ファイバを胴径が80 mm、鍔径が170 mm、厚みが25 mmのリールに整列巻きした。この2つのリールに巻いた分散補償用光ファイバ同志を融着接続方法にて直列につなぎ、他のそれぞれの端末には单一モード型光ファイバと接続するための接続コードを接続してFOM値を測定したところ183 ps/nm/dBであり、この光ファイバ型分散補償器は実線路に挿入しうる特性を有していた。

10 【0009】【従来例】実施例と同一の分散補償用光ファイバを14.5 km用意し、実施例で用いたと同一サイズのリールに時間をかけて丁寧に整列巻し、その両端に接続コードを接続してモジュールとしてFOM値を測定した。その結果は185 ps/nm/dBであった。この従来例は一連続長の光ファイバで分散補償器を作成した例であり、FOM値は最も高い値を示すものであり、この従来例と比較しても上記実施例の光ファイバ型補償器は遜色ない値を示している。

【0010】【比較例】実施例で構成した2つのリールに巻き取った光ファイバのそれぞれの端部にコネクタ付きコードを接続し、この接続コネクタを介して2つのリールに巻回した光ファイバを接続してFOM値を測定したところ、その値は165 ps/nm/dBであり、かなりの低下が見られる。この原因は2つのリールに巻いた光ファイバを直接接続せず、コネクタ付きコードのコネクタを介して接続したために接続部分の接続損が大きく寄与したことによるものである。

【0011】また、巻回作業に要した時間、並びに歩留りも従来例よりも改善された。よって、本発明の光ファイバ型分散補償器は従来例よりも製造のし易さ、歩留り共に優れたものであることが分かる。

【0012】上述したように、分散補償用光ファイバを2つのリールに巻回し、この2つのリールに巻回された光ファイバを直接接続することでFOM値を一連続長の光ファイバで構成したものと比較して殆ど下げるところなく実用化できる。これらの光ファイバの直接接続方法としては、コネクタ接続、突き合わせ接続等も採用できるが、損失値と信頼性から融着接続が最も有利である。

【0013】本発明は上述したように、单一モード型光ファイバにより1.55 μm 帯の伝送路を構築するにあたり、单一モード型光ファイバの1.55 μm 帯における正の分散を補償するために、1.55 μm 帯における負の分散を有する分散補償用光ファイバを複数作成し、線路に合わせて複数の分散補償用光ファイバを選択してこれらを直列に直接接続して使用することで、伝送損失の少ない、分散特性に優れた線路を構築することができる。

【0014】上記実施例では2本の分散補償用光ファイバを使用した例につき説明したが、分割は2つに限らず、数個に分割することも可能である。このように多分

割することでリール等に巻回する作業が、短尺の光ファイバの巻回作業となるため作業がより容易となり、分割した光ファイバを直接接続することによる接続損失は一か所が0.1dB程度の増加であり、3分割しても180ps/nm/dB、4分割で178ps/nm/dBと多少は劣化するが、線路全体としての影響は無視できる程度の増加に止まる。しかしながら、接続の手間等を考慮するとあまり多く分割することは好ましくない。分割することによる不利のもう一つはモジュールの大きさが大きくなることである。コイルまたはリールの数が増加するとそれだけ体積は増える。光ファイバ型分散補償器は中継器の中に組み込まれるために小型の方が好まし

い。前述した14.5km、7.5km、7kmの光ファイバの巻き上がり径は165mm、135mm、130mmで短尺のものほど巻き上がり径は小さくなる。そこで巻き上がり径に合った大きさの銛径のリールを作成して光ファイバを巻回すればモジュールの大きさをそれほど大きくすることなく構成できる。

【0015】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の分散補償器は短尺の分散補償用光ファイバを小型のコイル状に、10 または小型のリール等に巻回し、相互を直接接続してモジュール化したので、長距離、高速、広帯域光伝送に対応でき、かつ、低価格で提供できる優れた効果がある。